

## Geschlossen gekühlte Brennkammer für eine Turbine

5 Die Erfindung betrifft eine geschlossen gekühlte Brennkammer für eine Turbine.

Derartige Brennkammern sind von einer Innenwandung und einer Außenwandung aufweisenden Doppelwand umgeben, wobei zwischen der Innenwandung und der Außenwandung ein mit einem

10 Kühlfluid, üblicherweise Kühlluft, durchströmbarer Zwischenraum belassen ist. Zum Kühlen der Brennkammer wird durch eine in den Zwischenraum mündende Kühlfluidzuführung ein Kühlfluid, üblicherweise Kühlluft, in den Zwischenraum eingeleitet, und das Kühlfluid verlässt nach Aufnahme von von 15 der Brennkammer abzuführende Wärme den Zwischenraum über eine Kühlfluidabführung. Bei bekannten, geschlossen gekühlten Brennkammern wird die Außenwandung häufig als doppelschalige Hohlkachel ausgebildet, wobei die Hohlkachel durch dringende, in den Zwischenraum zwischen der Außenwandung und der 20 Innenwandung mündende Kühlfluidzuführungsrohre in der Hohlkachel ausgebildet sind. Der durch die Zuführungsrohre unterbrochene, in der Hohlkachel ausgebildete Hohlraum dient zur Abführung des erwärmten Kühlfluids. Dabei wird das Kühlfluid im Innern der Hohlkachel üblicherweise in axialer 25 Richtung der Brennkammer abgeführt. Problematisch bei diesem Aufbau ist, dass die mit einem kreisrunden Querschnitt ausgebildeten, durch die Hohlkachel geführten Rohre mit ihren die Hohlkachel kreuzenden Wandungen den Strömungsweg für das abströmende Kühlfluid versperren und so einen erhöhten 30 Strömungswiderstand für das abfließende Kühlfluid bewirken. Aus diesem Grunde ist es üblich, bei derartigen Hohlkacheln die Ausdehnung in radialer Richtung des Brenners, also in Richtung der durch die Hohlkachel hindurchragenden Rohre zu vergrößern. Mit dieser Vergrößerung der radialen Ausdehnung 35 ist zwangsläufig eine radiale Ausdehnung des Gehäuses verbunden, welche zum einen einen erhöhten Materialeinsatz

bei der Herstellung des Gehäuses zum anderen einen erhöhten Raumbedarf für die Brennkammer insgesamt bedingt.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, eine geschlossen gekühlte Brennkammer für eine 5 Turbine dahingehend zu verbessern, daß sie bei geringerer radialer Ausdehnung ein sicheres und widerstandsarmes Abströmen des Kühlfluids ermöglicht.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird mit der Erfindung angegeben eine geschlossen gekühlte Brennkammer für eine 10 Turbine mit einer den Brennraum begrenzenden Innenwandung und einer Außenwandung, wobei zwischen der Innenwandung und der Außenwandung ein mit einem Kühlfluid durchströmbarer Zwischenraum belassen ist, mit einer in den Zwischenraum mündenden Kühlfluidzuführung und einer Kühlfluidabführung zum 15 Abführen des Kühlfluids aus dem Zwischenraum, wobei die Kühlfluidabführung im wesentlichen entlang der axialen Ausrichtung der Brennkammer verlaufende, kanalartige Ableitstrukturen aufweist, die durch zwischen den Ableitstrukturen angeordnete Einlaßstrukturen der 20 Kühlfluidzuführung unterbrochen sind.

Dadurch, dass die Kühlfluidabführung in axialer Richtung der Brennkammer verlaufende, kanalartige Ableitstrukturen aufweist, in denen sich keine Strömungshindernisse befinden, kann das Kühlfluid in diesen Ableitstrukturen ohne hohen 25 Strömungswiderstand abgeführt werden. Verglichen mit der bekannten, von vielen Einzelrohren in regelmäßiger Anordnung durchsetzten Hohlkachel, wird bei der erfindungsgemäßen Konstruktion das abzuleitende Kühlfluid durch die kanalartigen Ableitstrukturen kanalisiert und bei 30 gleichbleibender radialer Ausdehnung der Brennkammer mit verringertem Strömungswiderstand abgeführt. Dies ermöglicht schließlich eine Reduzierung der radialen Ausdehnung der Brennkammer.

Gemäß einer ersten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Brennkammer ist die Außenwandung als doppelschalige Hohlkachel ausgebildet und die Ableitstrukturen im Inneren der Hohlkachel sind Zwischenwandungen von in axialer Richtung der Brennkammer hintereinander gereihten, die Hohlkachel durchragenden Führungsrohren zur Zuführung von Kühlfluid ausgebildet, wobei die Führungsrohre zumindest in der Außenschale der Hohlkachel einen in axialer Richtung der Brennkammer langgestreckten Öffnungsquerschnitt aufweisen.

5 Dadurch, dass anders als bei der bekannten, als doppelschalige Hohlkachel ausgebildeten Außenwandung die die Hohlkachel durchragenden Führungsrohre nicht einen durchgehend kreisförmigen Querschnitt aufweisen, sondern zumindest in der Außenschale der Hohlkachel einen in axialer

10 Richtung der Brennkammer langgestreckten Öffnungsquerschnitt aufweisen und in axialer Richtung der Brennkammer hintereinander angereiht sind, ist zwischen den Wandungen von Führungsrohren zweier benachbarter Reihen ein in axialer Richtung der Brennkammer verlaufender Ableitkanal für das

15 Kühlfluid ausgebildet. Durch diesen kann das Kühlfluid mit verglichen zu der bekannten Konstruktion deutlich

20 verringertem Strömungswiderstand strömen.

Gemäß einer Weiterbildung dieser Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Führungsrohre in den in axialer Richtung der Brennkammer angeordneten Reihen zumindest in der Außenschale der Hohlkachel mit ihren Schmalseiten einen geringeren Abstand zueinander aufweisen als der Abstand der Öffnungen benachbarter Reihen. Durch diese Ausgestaltung wird eine weiter verbesserte Kanalisierung des abströmenden

25 Kühlfluids in den zwischen den Reihen ausgebildeten Kanälen erzielt.

Des weiteren können gemäß einer Weiterbildung der ersten Ausführungsform die Führungsrohre in der Außenschale der Hohlkachel einen Öffnungsquerschnitt mit langgestreckter Form

30 und in der Innenschale der Hohlkachel einen kreisförmigen

Öffnungsquerschnitt aufweisen. Durch eine solche Ausbildung wird einerseits der Vorteil der kanalartigen Ableitstruktur für das Kühlfluid erzielt, andererseits wird die für die Zuführung von Kühlfluid günstige Kreisform der in den

5 Zwischenraum mündenden Öffnung des Führungsrohrs beibehalten. Das Führungsrohr ist dabei entlang seiner axialen Erstreckung so geformt, dass es unter Vermeidung eines erhöhten Strömungswiderstandes von der langgestreckten „Schlitzform“ der Öffnung in der Außenschale der Hohlkachel zu der 10 kreisförmigen Öffnung in der Innenschale der Hohlkachel überblendet.

Gemäß einer weiteren Weiterbildung der ersten Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass die Außenschale der Hohlkachel ein lösbar befestigtes, vorzugsweise

15 aufgeschraubtes, Dichtblech aufweist, welches eine Öffnung verschließt, durch die ein lösbar befestigter, vorzugsweise verschraubter, Abschnitt der Innenschale zugänglich ist. Mit dieser Konstruktion kann auf einfache Weise ein beispielsweise für Wartungs- und Reparaturzwecke 20 erforderlicher Zugang zu der die Brennkammer umschließenden Innenwandung geschaffen werden. Ist auch in dieser Wandung an der Stelle der Zugangsoffnungen in der Hohlkachel eine verschließbare Öffnung angebracht, ist auch das Innere der Brennkammer zugänglich. Die Lösung des Dichtbleches bringt 25 darüber hinaus den Vorteil, dass das Vorsehen einer Öffnung in der doppelschaligen Hohlkachel ohne erhöhten konstruktiven Aufwand erfolgen kann. Diese Konstruktion zeichnet sich durch eine geringe Anzahl von Bauteilen aus, die darüber hinaus genauso ausgeführt sein können, wie der die Öffnung umgebende 30 Rest der Hohlkachel.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die Ableitstrukturen durch auf der Außenwandung gebildete, in axialer Richtung der Brennkammer verlaufende Ableitkanäle gebildet sind, zwischen 35 denen jeweils die Einlaßstrukturen angeordnet sind. Bei

dieser Ausführungsvariante wird als Außenwandung der Brennkammer anstelle einer doppelwandigen Hohlkachel eine generell einschalige Wandung verwendet, auf deren Außenseite einzelne, in axialer Richtung der Brennkammer verlaufende

5 Ableitkanäle aufgesetzt sind. Die Herstellung einer solchen, prinzipiell einschaligen Außenwandung ist, da es sich bei diesen Teilen in der Regel um Gussteile handelt, deutlich einfacher als im Falle der Hohlkachel.

Gemäß einer Weiterbildung dieser zweiten Ausführungsform ist

10 vorgesehen, dass in der Außenwandung gebildete kreisförmige Ableitöffnungen in die Ableitkanäle münden. Zum Ableiten des den Spaltraum zwischen der Außenwandung und der Innenwandung verlassenden Kühlfluids sind über die Außenwandung verteilt kreisförmige Ableitöffnungen angeordnet. Die Kreisform der  
15 Ableitöffnungen ist aus strömungstechnischen Gründen von Vorteil. Mehrere kreisförmige Ableitöffnungen münden in einen der Ableitkanäle, in dem das abgeleitete Kühlfluid jeweils gesammelt und gerichtet abgeführt wird.

Gemäß einer weiteren Weiterbildung der zweiten

20 Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Ableitkanäle auf der Außenwandung durch auf der Außenseite der Außenwandung ausgebildete, in axialer Richtung der Brennkammer verlaufende Rippen aufgesetzte Abdeckungen gebildet sind. Eine solche, zweigeteilte Ausführung der Ableitkanäle ermöglicht ein noch  
25 weiter vereinfachtes Herstellungsverfahren der Außenwandung. Diese kann als einfaches, einschaliges Gussteil gefertigt werden. Beim Gießen müssen lediglich die Rippen ausgebildet werden, die Ausbildung von Hohlräumen in Form von  
Ableitkanälen ist nicht erforderlich. Diese werden erst  
30 später durch Aufsetzen der Abdeckungen gebildet.

Gemäß einer weiteren Weiterbildung können dabei die Rippen an ihrer Basis Strukturen zum Überblenden von kreisförmigen Öffnungen auf einen linearen Kanal aufweisen. Durch eine solche Ausgestaltung wird erreicht, dass bei vergleichsweise

kleiner Ableitkanalbreite aus kreisförmigen Öffnungen in der Außenschale, die über einen weiten Bereich der Außenschale verteilt sind möglichst effizient Kühlfluid abgeführt werden kann. Die vergleichsweise kleine Kanalbreite ist  
5 erforderlich, um zwischen den Kanälen ausreichend Raum für die Ausbildung von Öffnungen für die Kühlfluidzuführung zu behalten.

Für die zweite Ausbildungsform ist schließlich nach einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung  
10 vorgesehen, dass die Außenwandung als einschaliges Gussstück gebildet ist, und dass die Abdeckungen auf den Rippen verschweißt sind.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen  
15 anhand der beigefügten Figuren. Dabei zeigen:

Fig. 1 in dreidimensionaler Darstellung einen Ausschnitt aus einer als Hohlkachel ausgeführten Außenwandung einer geschlossen gekühlten Brennkammer,

20 Fig. 2a einen Fig. 1 vergleichbaren Ausschnitt mit einem darin integrierten, herausnehmbaren Segment zur Bildung eines Mannlochs,

Fig. 2b in schematischer Darstellung eine Darstellung durch das herausnehmbare Segment sowie angrenzende Bereiche der Außenwandung,

25 Fig. 3 in perspektivischer Darstellung ein Ausschnitt einer Außenwandung einer geschlossen gekühlten Brennkammer gemäß einer zweiten Ausführungsform und

Fig. 4 vergrößert eine Detailansicht der Ausführungsform gemäß Fig. 3.

In den Figuren sind gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform einer Außenwandung 1 einer erfindungsgemäßen Brennkammer in einer ausschnittsweisen, dreidimensionalen Darstellung. Die Außenwandung 1 ist als doppelschalige Hohlkachel ausgebildet. Sie weist eine Außenschale 2 sowie eine in Richtung der Brennkammer weisende Innenschale 3 auf. Führungsrohre 4 verbinden die Außenschale 2 und die Innenschale 3 miteinander zur Zuführung eines Kühlfluids. Die Führungsrohre 4 weisen in der Außenschale 2 langgestreckt ovale Öffnungen 5 und in der Innenschale 3 kreisförmige Öffnungen 6 auf. Dabei sind die Führungsrohre 4 in axialer Richtung der Brennkammer so hintereinander angereiht, dass die schmalen Stirnseiten der langgestreckt ovalen Öffnungen 5 fast aneinander stoßen und dass zwischen den ovalen Öffnungen 5 von Führungsrohren 4 benachbarter Reihen ein größerer Abstand als zwischen den Öffnungen 5 in den Reihen verbleibt. So werden in dem zwischen der Außenschale 2 und der Innenschale 3 der als Hohlkachel ausgebildeten Außenwandung 1 gebildeten Hohlraum 9 zwischen den Reihen der Führungsrohre 4 in axialer Richtung der Brennkammer verlaufende kanalartige Ableitstrukturen 8 zum Ableiten von Kühlfluid geschaffen. Das abzuleitende Kühlfluid tritt aus einem (nicht gezeigten) Zwischenraum zwischen der Außenwandung 1 und einer (nicht gezeigten) Innenwandung der doppelwandigen Brennkammer durch Öffnungen 7 in den Hohlraum 9 ein. Dort gelangt es in die kanalartigen Ableitstrukturen 8 und wird gezielt in axialer Richtung des Brenners im Innern der als Hohlkachel ausgebildeten Außenwandung 1 abgeführt.

Durch die Führungsrohre 4, dessen Wandungen von der ovalen Öffnung 5 auf eine kreisförmige Öffnung 6 überblenden, wird frisches Kühlfluid in den Zwischenraum zwischen der Außenwandung 1 und der nicht gezeigten Innenwandung geleitet. Durch die gezeigte Ausgestaltung und Anordnung der

Führungsrohre 4 werden im Innern der Hohlkachel die kanalartigen Ableitstrukturen 8 ausgebildet, welche eine strömungswiderstandsarme und gerichtete Ableitung von Kühlfluid ermöglichen. Dies erlaubt eine verglichen mit 5 bekannten Hohlkachelvarianten verringerte Ausdehnung der Außenwandung in radialer Richtung, also in Richtung der axialen Ausrichtung der Führungsrohre 4.

In den Fig. 2a und 2b ist eine mögliche Weiterbildung der in Fig. 1 gezeigten Außenwandung dargestellt. Zur Bildung einer 10 Öffnung für beispielsweise Reparatur- und Wartungszwecke, eines sogenannten Mannloches, ist in der Außenschale 2 der als Hohlkachel ausgebildeten Außenwandung 1 eine umlaufende Ausnehmung ausgebildet, durch die hindurch Schraubbolzen 14 zugänglich sind. Mit den Schraubbolzen 14 ist ein 15 herausnehmbares Segment 15 an dem Rest der als Hohlkachel ausgebildeten Außenwandung 1 fixiert. Während des Betriebes wird die Ausnehmung 10 durch ein aufgeschraubtes Dichtblech 11 verschlossen. Hierzu weist das Dichtblech 11 Öffnungen 13 auf, durch die Schraubbolzen 12 hindurchgeführt und mit der 20 Außenschale 2 verschraubt werden. Das herausnehmbare Segment 15 ist in seiner Struktur gleich ausgebildet wie der Rest der Außenschale 1. Dies ermöglicht eine vereinfachte Herstellung 25 des herausnehmbaren Segmentes 15 analog zu der übrigen als Hohlkachel ausgebildeten Außenwandung 1. Zum Herausnehmen des herausnehmbaren Segmentes 15 wird einfach das Dichtblech 11 von der Außenschale 2 gelöst und abgenommen. Durch die Ausnehmung 10 sind dann die Schraubbolzen 14 zugänglich, nach 30 deren Lösen das herausnehmbare Segment 15 abgehoben werden kann.

35 In den Fig. 3 und 4 ist eine zweite Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Die hier gezeigte Außenwandung 1 ist nicht als Hohlkachel ausgebildet, sondern besteht aus einer einschaligen Wandung 20, die in axialer Richtung der Brennkammer verlaufende Rippen 21 aufweist. Auf die Rippen 21 sind zur Bildung von Ableitkanälen Abdeckungen 22 aufgesetzt

und mit den Rippen verschweißt. Die so gebildeten Ableitkanäle münden in Ableitöffnungen 23, durch die abgeleitetes Kühlfluid austritt. In dem Bereich zwischen den Rippen 21, auf denen die Abdeckung 22 sitzt, münden Öffnungen 7 zum Abführen von Kühlfluid. Der Bereich zwischen den Rippen 21, der nicht von Abdeckungen 22 zur Bildung von Ableitkanälen überdeckt ist, enthält kreisförmige Öffnungen 6 zum Zuführen von Kühlfluid. Um die Zuführung von Kühlfluid möglichst flächendeckend und gleichmäßig verteilt durchzuführen, dabei aber die Ableitkanäle groß genug zu halten, sind die Rippen 21 an ihrer Basis zum Überleiten auf die kreisförmigen Öffnungen 6 wellenartig geformt. Auf diese Weise kann zwischen den Ableitkanälen eintretendes Kühlfluid in einem weiten Flächenbereich, duschenartig in den nicht gezeigten Zwischenraum zwischen der Außenwandung 1 und einer Innenwandung eindringen.

Auch diese gezeigte Ausführungsform ermöglicht eine in radialer Richtung der Brennkammer verringerte Dimensionierung der Außenwandung, sie bietet zudem den Vorteil einer einfachen Herstellbarkeit der Außenwandung, da diese als einschaliges Gussteil mit Rippen gefertigt wird und auf die Rippen die Abdeckungen aufgeschweißt werden.

Die gezeigten Ausführungsbeispiele dienen lediglich der Erläuterung und sind nicht beschränkend.

## Patentansprüche

1. Geschlossen gekühlte Brennkammer für eine Turbine mit  
5 einer den Brennraum begrenzenden Innenwandung und einer  
Außenwandung (1), wobei zwischen der Innenwandung und der  
Außenwandung (1) ein mit einem Kühlfluid durchströmbarer  
Zwischenraum belassen ist, mit einer in den Zwischenraum  
mündenden Kühlfluidzuführung und einer Kühlfluidabführung zum  
10 Abführen des Kühlfluids aus dem Zwischenraum, wobei die  
Kühlfluidabführung im wesentlichen entlang der axialen  
Ausrichtung der Brennkammer verlaufende, kanalartige  
Ableitstrukturen (8; 21, 22) aufweist, die durch zwischen den  
Ableitstrukturen (8; 21, 22) angeordnete Einlassstrukturen  
15 (4; 6) der Kühlfluidzuführung unterbrochen sind.

2. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenwandung (1) als  
doppelschalige Hohlkachel ausgebildet ist und dass die  
Ableitstrukturen (8) im Innern der Hohlkachel zwischen  
20 Wandungen von in axialer Richtung der Brennkammer  
hintereinander gereihten, die Hohlkachel durchragenden  
Führungsrohren (4) zur Zuführung von Kühlfluid ausgebildet  
sind, wobei die Führungsrohre (4) zumindest in der  
Außenschale (2) der Hohlkachel einen in axialer Richtung der  
25 Brennkammer langgestreckten Öffnungsquerschnitt (5)  
aufweisen.

3. Brennkammer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Führungsrohre (4) in den in  
axialer Richtung der Brennkammer angeordneten Reihen  
30 zumindest in der Außenschale (2) der Hohlkachel mit ihren  
Schmalseiten einen geringeren Abstand zueinander aufweisen  
als der Abstand der Öffnungen benachbarter Reihen.

4. Brennkammer nach einem der Ansprüche 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass die

Führungsrohre (4) in der Außenschale (2) der Hohlkachel einen Öffnungsquerschnitt (5) mit langgestreckter Form und in der Innenschale (3) der Hohlkachel einen kreisförmigen Öffnungsquerschnitt (6) aufweisen.

- 5 5. Brennkammer nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenschale (2) der Hohlkachel ein lösbar befestigtes, vorzugsweise aufgeschraubtes, Dichtblech (11) aufweist, welches eine Öffnung (10) verschließt, durch die ein lösbar befestigter, vorzugsweise verschraubter, Abschnitt der Innenschale zugänglich ist.
- 10 6. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ableitstrukturen durch auf der Außenwandung (1) gebildete, in axialer Richtung der Brennkammer verlaufende Ableitkanäle (21, 22) gebildet sind, zwischen denen jeweils die Einlassstrukturen (6) angeordnet sind.
- 15 7. Brennkammer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass in der Außenwandung (1) gebildete kreisförmige Ableitöffnungen (7) in die Ableitkanäle (21, 22) münden.
- 20 8. Brennkammer nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ableitkanäle (21, 22) auf der Außenwandung (1) durch auf der Außenseite der Außenwandung (1) ausgebildete, in axialer Richtung der Brennkammer verlaufende Rippen (21) aufgesetzte Abdeckungen (22) gebildet sind.
- 25 9. Brennkammer nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Rippen (21) an ihrer Basis (24) Strukturen zum Überblenden von kreisförmigen Öffnungen (6) auf einen linearen Kanal aufweisen.

10. Brennkammer nach einem der Ansprüche 8 oder 9,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die  
Außenwandung (1) als einschaliges Gussstück gebildet ist und  
dass die Abdeckungen (22) auf den Rippen (21) verschweißt  
5 sind.

Zusammenfassung

Geschlossen gekühlte Brennkammer für eine Turbine

- 5 Um eine geschlossen gekühlte Brennkammer für eine Turbine mit einer den Brennraum begrenzenden Innenwandung und einer Außenwandung (1), bei der zwischen der Innenwandung und der Außenwandung (1) ein mit einem Kühlfluid durchströmbarer Zwischenraum belassen ist und die eine in den Zwischenraum 10 mündende Kühlfluidzuführung und eine Kühlfluidabführung zum Abführen des Kühlfluids aus dem Zwischenraum aufweist dahingehend weiterzubilden, dass sie eine verringerte Ausdehnung in radialer Richtung aufweist, wird mit der Erfindung vorgeschlagen, dass die Kühlfluidabführung im 15 wesentlichen entlang der axialen Ausrichtung der Brennkammer verlaufende, kanalartige Ableitstrukturen (8) aufweist, die durch zwischen den Ableitstrukturen (8) angeordnete Einlassstrukturen (4) der Kühlfluidzuführung unterbrochen sind.
- 20 (Fig. 1)